

УДК 677.055.621

РОЗРАХУНКИ ДЕТАЛЕЙ НА МІЦНІСТЬ ТА НАДІЙНІСТЬ

Л. М. Березін, кандидат технічних наук, доцент

Київський національний університет технологій та дизайну

М.М. Рубанка, кандидат технічних наук

Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: проектування, розрахунки, міцність, надійність, деталь.

Метою роботи є розробка стратегії вибору на етапі проектування методів розрахунків за критерієм міцності, а при необхідності, довговічності та надійності на основі поділу деталей на групи за певними ознаками.

В науково-технічних джерелах представлено широкий спектр напрацювань з сучасної теорії та практики розрахунків на міцність та надійність – найбільш авторитетні в [1...4]. Проте відсутній алгоритм вибору конкретного методу розрахунку, який наразі переважно базується на кваліфікації та інтуїції проектувальника стосовно кожної деталі окремо.

Одна з особливостей проектних розрахунків технологічного обладнання полягає в тому, що переважна частина стандартизованих та уніфікованих деталей (перша група) є наперед надійними та мають середній ресурс, який перевищує строк служби або тривалість міжремонтного циклу обладнання. Для таких деталей розрахунки на міцність недоцільні.

Існує номенклатура деталей (друга група), для яких характерний надлишковий запас міцності, що призводить до збільшення їх габаритів, маси та динамічних навантажень. При корегуванні їх розмірів використовують традиційні інженерні розрахунки на міцність за нормованим коефіцієнтом запасу міцності або за допустимим напруженням [5]. Коефіцієнт запасу міцності $[i]$ встановлюють спираючись на досвід розрахунків прототипів та порівнюють його значення з рекомендованими нормами міцності або з результатами спостережень в експлуатації. Наприклад, для кріпильних різьбових деталей приймають $[n]=1,5$. Оцінку міцності по допустимому напруженню виконують переважно в наближених, попередніх розрахунках однотипних деталей при детермінованих умовах навантаження та усталеній технології виробництва. Аналогічну перевірку на міцність достатньо виконувати для деталей третьої групи, несуча здатність яких обмежується жорсткістю або стійкістю, а міцність їх розмірами.

Четверту групу складають деталі машин загального призначення, розрахунки яких широко висвітлені літературі та достатньо представлені в нормативних матеріалах. До них відносять кріпильні різьбові, зубчасті, пасові, підшипники, вали тощо. Для різьбових з'єднань слід розрізняти розрахунки імовірності безвідмовної роботи за критеріями статичної або втомленісної міцності, зубчасті колеса розраховують на опір контактної втомленості або на опір втомленості при згині, вали перевіряють на втомленісну міцність. Розрахунки підшипників кочення на довговічність виконують в загальній формі в імовірнісній постановці.

До п'ятої групи належать силові деталі, розрахунок на міцність яких необхідно виконувати в імовірнісному аспекті за критерієм втомленості. Деталі характеризуються випадковістю навантажень і характеристик міцності матеріалів та необхідністю забезпечення малих, але достатніх запасів міцності, що характеризується умовою $\bar{n} \geq n_{кр(\beta)}$. Критеріальні значення коефіцієнту запасу $\bar{n}_{кр(\beta)}$ з довірчою імовірністю β визначають методом довірчих інтервалів. Для деталей технологічного обладнання приймають $\beta = 0,8 \dots 0,9$. При невиконанні умови міцності $\bar{n} \leq n_{кр(\beta)}$ виконують перевірку, яка полягає в обчисленні коефіцієнту запасу міцності \bar{n}_p при заданій ймовірності неруйнування P , яку визначають за таблицею після обчислення квантилю нормованого нормального розподілу.

Для різних комбінацій відомих законів розподілів (нормального, Вейбула, експоненціального тощо) характеристик міцності та навантаженості, існують формули для імовірнісних обрахунків точкових оцінок показників надійності в кінцевій формі. У випадках невідповідності значень випадкових величин класичним законам розподілу, доцільним є використання спрощеного підходу при складанні довільного закону розподілу, який полягає в заміні його середньо зваженою сумою декількох нормальних законів.

До шостої групи слід відносити деталі, які критеріальні за розмірами, тобто для яких проектування з великим запасом міцності унеможливлено через обмеження розмірів небезпечного перерізу. Для цих деталей доцільно виконувати розрахунки на втомленісну міцність по обмеженій, наперед заданій довговічності. На прикладі стержньових деталей складних форм та критеріальних за розмірами (голки та селектори) в'язального механізму шкарпеткових автоматів розроблені основні положення імовірнісного розрахунку їх втомленісної довговічності на основі даних про навантаження і параметри втомленісної міцності з урахуванням розсіяння.

Як показує досвід, для підвищення достовірності результатів розрахунків на міцність та надійність необхідно застосовувати декілька способів, а на заключній стадії проектування виконувати визначальні випробування.

Список використаних джерел

1. Решетов Д. Н. Надежность машин [Текст] / Д. Н. Решетов, А.С. Иванов, В. З. Фадеев. – М.: Высш. шк., 1988. – 238 с.
2. Проников А. С. Надежность машин / А.С. Проников. – М.: Машиностроение, 1978. – 592 с.
3. Когаев В. П. Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность: Справочник [Текст] / В. П. Когаев, Н. А. Махутов, А. П. Гусенков. – М.: Машиностроение, 1985. – 224 с.
4. Трощенко В.Т. Соппротивление усталости металлов и сплавов: Справочник. Ч.1, 2 [Текст] / В. Т. Трощенко, Л. А. Сосновский. – К.: Наук. думка, 1987. – 1315 с.
5. Биргер И.А. Расчет на прочность деталей машин [Текст] / И. А. Биргер, Б. Ф. Шорр, Г. Б. Иосилевич. – М.: Машиностроение, 1979. – 702 с.